



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 44 910 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 02 D 41/00**  
F 02 D 43/00

②1 Aktenzeichen: 198 44 910.0  
②2 Anmeldetag: 30. 9. 1998  
④3 Offenlegungstag: 6. 4. 2000

DE 198 44 910 A 1

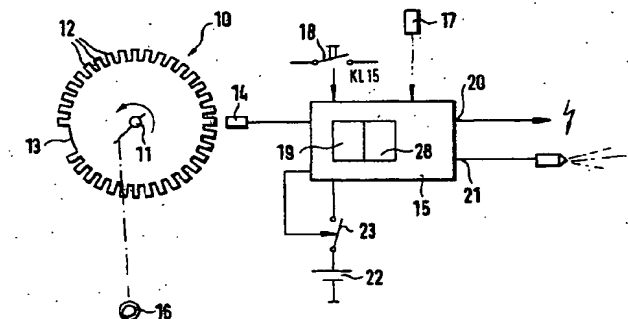
⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Muth, Guenter, 71739 Oberriexingen, DE; Kopp,  
Reiner, 71739 Oberriexingen, DE; Abidin, Anwar,  
Dr., 71229 Leonberg, DE; Rupp, Ingolf, 71636  
Ludwigsburg, DE; Pfender, Andreas, 74232 Abstatt,  
DE; Boerkel, Wolfgang, 71701 Schwieberdingen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Einrichtung zur Phasenerkennung

⑤7 Es wird eine Einrichtung zur Phasenerkennung bei einer Brennkraftmaschine angegeben, bei der nur ein Kurbellwellensensor vorhanden ist und das Phasensignal durch vorgebbare Unterdrückung von Einspritzungen für bestimmte Zylinder und gleichzeitige Drehzahlanalyse gewonnen wird. Stellt sich der erwartete Drehzahlverlauf bei mehreren unterdrückten Einspritzungen für den selben Zylinder ein, wird davon ausgegangen, daß die Synchronisation korrekt ist, wird diese Bedingung nicht erfüllt, ist die Synchronisation um 360° KW falsch und es erfolgt eine Umsynchronisation.



DE 198 44 910 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung geht aus von einer Einrichtung zur Phasenerkennung bei einer Brennkraftmaschine nach der Gattung des Hauptanspruchs.

## Stand der Technik

Bei einer Mehrzylinder-Brennkraftmaschine mit einer Kurbel- und wenigstens einer Nockenwelle wird vom Steuergerät in Abhängigkeit von der erkannten Lage der Kurbel- und der Nockenwelle berechnet, wann für welchen Zylinder Kraftstoff eingespritzt werden soll und wann eine Zündung ausgelöst werden soll. Dabei ist es üblich, die Winkellage der Kurbelwelle mit Hilfe eines Sensors zu ermitteln, der die Kurbelwelle bzw. eine mit dieser verbundene Scheibe mit einer charakteristischen Oberfläche abtastet.

Da sich die Kurbelwelle innerhalb eines Arbeitsspiels der Brennkraftmaschine zwei Mal dreht, läßt sich allein durch Abtasten der Kurbelwelle die Phase der Brennkraftmaschine nicht eindeutig bestimmen. Damit dies möglich ist, wird üblicherweise mit Hilfe eines zweiten Sensors eine mit der Nockenwelle in Verbindung stehende Geberscheibe, die an ihrer Oberfläche eine Bezugsmarke aufweist, abgetastet. Da sich die Nockenwelle nur ein Mal während eines Arbeitsspiels dreht, kann das Steuergerät aus der Kombination der vom Kurbelwellen und vom Nockenwellensensor gelieferten Signale eine eindeutige Zuordnung erkannt werden und die sogenannte Synchronisation durchgeführt werden.

Bei Systemen, die ohne Nockenwellen- bzw. Phasensensor auskommen, sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich, die es ermöglichen, daß allein aus dem vom Kurbelwellensensor gelieferten Signal eine Synchronisation möglich ist. Ein System, bei dem die Phasenlage ohne Phasensensor ermittelt wird, ist aus der DE-OS 44 18 577 bekannt.

Bei diesem bekannten System wird der Beginn der Einspritzung bezogen aus die Winkelstellung der Kurbelwelle für die einzelnen Zylinder, auch Vorlagerungswinkel genannt, gezielt so verändert, daß von einem Arbeitsspiel zum nächsten bei falscher Phasenlage eine Drehzahländerung initiiert wird, die mit Hilfe der Auswertung der vom Kurbelwellensensor gelieferten Signale erkannt wird. Diese Drehzahländerung wird im Steuergerät erkannt und ausgewertet und zur Phasenerkennung und daran anschließend zur Phasensynchronisation verwendet.

## Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Einrichtung zur Phasenerkennung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, daß eine Synchronisation ohne Nockenwellensensor erfolgen kann, daß keine zusätzlichen Bauteile benötigt werden und daß die Phasenerkennung zuverlässig und störungsfrei ablaufen kann, wobei bei erkannter falscher Phasenlage eine Korrektur bzw. Neusynchronisation durchführbar ist.

Erzielt werden diese Vorteile durch eine Einrichtung zur Phasenerkennung mit den Merkmalen des Anspruchs 1, mit der das drehzahlabhängige Ausgangssignal eines Kurbelwellensensors daraufhin untersucht wird, ob bei unterdrückten Einspritzungen für vorgebbare Zylinder der dadurch verursachte Drehzahlverlauf bzw. Drehzahleinbruch auftritt. Abhängig vom erkannten Drehzahlverlauf kann erkannt werden, ob die angenommene Phasenlage richtig oder falsch ist. Davon abhängig kann die endgültige Synchronisation erfolgen.

Weitere Vorteile der Erfindung werden durch die in den Unteransprüchen angegebenen Maßnahmen erzielt.

## Zeichnung

In Fig. 1 sind die zur Erläuterung der Erfindung erforderlichen Komponenten eines Steuerungssystems einer Brennkraftmaschine schematisch dargestellt und in den Fig. 2 bis 5 sind erfindungswesentliche Größen bzw. Ansteuersignale über der Zeit aufgetragen.

## Beschreibung

In dem in Fig. 1 dargestellten Steuerungssystem für eine Brennkraftmaschine ist mit 10 eine Geberscheibe bezeichnet, die starr mit der Kurbelwelle 11 der Brennkraftmaschine verbunden ist und an ihrem Umfang eine Vielzahl gleichartiger Winkelmarken 12 aufweist. Neben diesen gleichartigen Winkelmarken 12 ist eine Referenzmarke 13 vorhanden, die beispielsweise durch zwei fehlende Winkelmarken realisiert ist. Die Gesamtzahl der Winkelmarken beträgt beispielsweise 60-2.

Die Geberscheibe 10 wird von einem Sensor 14 abgetastet, der Ausgangssignale an das Steuergerät 15 liefert, die nach einer Signalaufbereitung als Rechtecksignale vorliegen, die die Oberfläche der Geberscheibe 10 widerspiegeln.

Ein bei herkömmlichen Brennkraftmaschinen vorhandener Phasensensor, der die Nockenwelle 16 bzw. eine mit der Nockenwelle 16 verbundene Scheibe mit einer Markierung abtastet, ist hier nicht vorgesehen. Die Information bezüglich der Phasenlage, die aus dem Ausgangssignal eines solchen Sensors üblicherweise gewonnen wird, wird hier mit Hilfe des im Folgenden beschriebenen Verfahrens erhalten.

Das Steuergerät 15 erhält über verschiedene Eingänge weitere, für die Steuerung bzw. Regelung der Brennkraftmaschine erforderliche Eingangsgrößen. Die zugehörigen Sensoren sind mit 17 bezeichnet. Über einen weiteren Eingang wird ein "Zündung ein"-Signal zugeführt, das ein Anschließen des Zündschalters 18 von der Klemme Kl.15 des Zündschlosses geliefert wird. Im Steuergerät 15, das wenigstens eine zentrale Prozessoreinheit 18 sowie einen Speicher 19 umfaßt, werden Signale für die Zündung und Einspritzung ermittelt, diese Signale werden über die Ausgänge 20 und 21 abgegeben. Die Spannungsversorgung des Steuergerätes 15 erfolgt in üblicher Weise mit Hilfe einer Batterie 22, die über einen Schalter 23 zugeschaltet wird.

Mit der in Fig. 1 beschriebenen Einrichtung kann die Stellung der Kurbelwelle 11 während des Betriebes der Brennkraftmaschine jederzeit erfasst werden. Da die Zuordnung zwischen Kurbelwelle und Nockenwelle ebenso bekannt ist wie die Zuordnung zwischen der Stellung der Nockenwelle und der Lage der einzelnen Zylinder, kann nach dem Erkennen der Bezugsmarke eine Synchronisation erfolgen, jedoch nur dann, wenn ein für die Phasenlage charakteristisches Signal vorhanden ist. Das Phasensignal wird benötigt, da das vom Kurbelwellensensor gelieferte Bezugsmarkensignal mehrdeutig ist, da sich die Kurbelwelle innerhalb eines Arbeitsspiels der Brennkraftmaschine zwei Mal dreht, während sich die Nockenwelle nur ein Mal dreht.

Damit bei einem System ohne Phasensensor die Phasenlage erkannt werden kann und eine sequentielle Einspritzung erfolgen kann, laufen im Steuergerät folgende Funktionen ab:

Nach erkanntem Start der Brennkraftmaschine werden die sich einstellenden Signale des Kurbelwellensensors ausgewertet. Wird die Bezugsmarke erstmalig erkannt, wird mit der sequentiellen Einspritzung an der ersten Bezugsmarke gestartet. Da unklar ist, in welcher Umdrehung sich die Kurbelwelle befindet, ist der Vorlagerungswinkel für die Einspritzung entweder richtig oder um 360°KW falsch. Zur Phasenerkennung werden nach erfolgtem Start Einspritzun-

gen für einen Zylinder ausgeblendet bzw. unterdrückt. Diese Unterdrückung der Einspritzung erfolgt dabei ca. drei Arbeitsspiele im abfallenden Ast des Startüberschwingers. Mit abfallendem Ast des Startüberschwingers ist der Drehzahlrückgang gemeint, der in Fig. 2 bzw. Fig. 4 mit dem Bereich 1 gekennzeichnet ist. Kann die Phasenlage nicht eindeutig bestimmt werden, wird die Ausblendung im Leerlauf nach einer kurzen Wartezeit wiederholt.

Im Zeitraum während der Ausblendung bis zwei Kurbelwellenumdrehungen nach der letzten Ausblendung werden speziell gebildete Segmentzeiten überwacht. Die Segmentzeiten sind dabei so definiert, daß sie etwa symmetrisch um den Zünd-OT des jeweiligen Zylinders liegen und die Segmentlage muß für jeden Motor speziell festgelegt werden. Die Segmentlänge beträgt  $720^\circ\text{KW}/\text{Zylinderzahl}$  und umfaßt eine bestimmte Anzahl von Winkelmarken bzw. Signalfanken. Da die Zeit ermittelt wird, in der sich die Kurbelwelle um ein Segment dreht, ergibt sich bei der Drehzahl- auswertung ein Tiefpaßverhalten. Es erfolgt eine Mittelwertbildung über mehrere Winkelmarken bzw. Winkelmarken. Die Lage des Segments ist so zu wählen, daß der Segmentzeitanstieg durch einen ausgeblendeten Zylinder, also der Zeitanstieg, der durch wählende Verbrennung verursacht, zur Hälfte im Segment liegt. Dadurch ergibt sich ein größtmöglicher Störabstand zum nächsten Segment.

Zur Erkennung eines Drehzahleinbruchs nach ausgeblendeter Einspritzung werden immer nur die Segmentzeiten ausgewertet, bei denen sich die Ausblendung der Einspritzung auswirken kann. Beispielsweise wird bei einer 4-Zylinder-Brennkraftmaschine die Einspritzung für Zylinder 1 ausgeblendet und die Segmentzeit um den Zündungs-OT von Zylinder 2 und 4 wird ausgewertet. Bei einer Brennkraftmaschine mit geradzahlgiger Zylinderzahl bedeutet dies, daß die Segmentzeiten jeweils am mechanisch selben Segment, d. h. also jeweils zwischen den selben Winkelmarken ermittelt werden. Dadurch haben eventuell vorhandene Geberradtoleranzen keinen Einfluß auf die Drehzahlauswertung.

Durch Differenzbildung der beiden Segmentzeiten von Zylinder 2 und Zylinder 4 bei Ausblendung für Zylinder 1 läßt sich ein Dynamikwert berechnen, der einen vorgebbaren Absolutwert übersteigen muß, damit an dem entsprechenden Zylinder ein Aussetzer detektiert wird. Es gilt:

$$\text{dts}(k) = \text{ts}(k) - \text{ts}(k-2)$$

mit  $\text{ts}$  = Segmentzeit

$\text{dts}$  = Dynamikwert

dies gilt für eine 4-Zylinder-Brennkraftmaschine.

Zusätzlich zur Differenzbildung der beiden Segmentzeiten läßt sich noch die Differenz der zwei letzten Dynamikwerte berechnen. Diese Differenz muß also ein Absolutwert sein, es gilt

$$\text{Ddts} = \text{dts}(k) - \text{dts}(k-2)$$

der Drehzahleinfluß muß nicht berücksichtigt werden, da die Ausblendung der Einspritzung nur in einem kleinen Drehzahlbereich erfolgt. Damit die Phasensuche erfolgreich ist, müssen beispielsweise die Anzahl von unterdrückten Einspritzungen -1 an einem Zylinder erkannt worden sein. Beispielsweise kann eine Phasensuche erfolgreich abgeschlossen werden, wenn bei drei Ausblendungen der sich einstellende Drehzahleinbruch zwei Mal richtig erkannt wurde. In einer weiteren Bedingung kann gefordert werden, daß außerdem an einem anderen Zylinder kein Aussetzer erkannt worden ist. Ergibt die Phasensuche, daß die Synchronisation um  $360^\circ\text{KW}$  falsch ist, wird eine Umsynchronisa-

tion vorgenommen.

In den Fig. 2 und 3 sind die Größen: Einlaßventil öffnen, Einspritzimpuls, Zünden, Ausblenden, Umsynchronisation und Drehzahl über der Zeit für ein Beispiel, bei dem die Einspritzung um  $360^\circ\text{KW}$  falsch war und eine Umsynchronisation erforderlich war, aufgetragen. In den Fig. 4 und 5 ist der selbe Sachverhalt für ein Beispiel mit korrekter Synchronisation aufgetragen.

#### Patentansprüche

1. Einrichtung zur Phasenerkennung bei einer Brennkraftmaschine, mit einer Kurbelwelle, deren Winkel-lage durch Auswertung eines von einem Kurbelwellen-Sensor gelieferten Signale in einer Auswerteeinrichtung laufend ermittelt wird und die Auswerteeinrichtung abhängig von der Winkelstellung Einspritz- und Zündimpulse auslöst und zur Erkennung der Phasen-lage nach dem Anlassen der Brennkraftmaschine die Einspritzung beeinflusst und die sich dadurch einstellenden Drehzahländerungen auswertet, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Einspritzung für vorgebbare Zylinder ausgeblendet wird, so daß kein Kraftstoff eingespritzt wird und das Ausgangssignal des Kurbelwellensensors auf zu erwartende Reaktion hin überwacht wird.
2. Einrichtung zur Phasenerkennung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem Ausgangssignal des Kurbelwellensensors Segmentzeiten ermittelt werden, wobei ein Segment sich über einen vorgebbaren Winkelbereich erstreckt und eine Segmentzeit so festgelegt wird, daß sich die Kurbelwelle in dieser Zeit um ein Segment dreht, und daß durch Vergleich ausgewählter Segmentzeiten eine unterbliebene Zündung erkannt und zur Phasenerkennung verwendet wird.
3. Einrichtung zur Phasenerkennung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Differenz zwischen vorgebbaren Segmentzeiten gebildet wird, daß die ermittelte Differenz mit einem vorgebbaren oder anpaßbaren Mindestwert verglichen wird und ein Verbrennungsaussetzer erkannt wird, wenn die ermittelte Differenz den Mindestwert überschreitet.
4. Einrichtung zur Phasenerkennung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein erkannter Aussetzer mit Hilfe eines Zylinderzählers der entsprechenden Phasenlage zugeordnet wird und erkannte Aussetzer mit jeweils einem Zähler für Phasenlage richtig oder falsch aufsummiert werden.
5. Einrichtung zur Phasenerkennung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer erkannten Falschsynchronisation eine Umsynchronisation vorgenommen wird, die um  $360^\circ\text{KW}$  verschoben ist.
6. Einrichtung zur Phasenerkennung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem Ausgangssignal des Kurbelwellensensors Drehzahlen ermittelt werden, wobei die Ermittlung der Drehzahl jeweils aus einer Segmentzeit erfolgt.
7. Einrichtung zur Phasenerkennung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausblendung der Einspritzung nach erkanntem Start in einem Bereich erfolgt, in dem sich die Drehzahl verringert, wobei dieser Bereich dem abfallenden Ast des Startüberschwingers entspricht.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

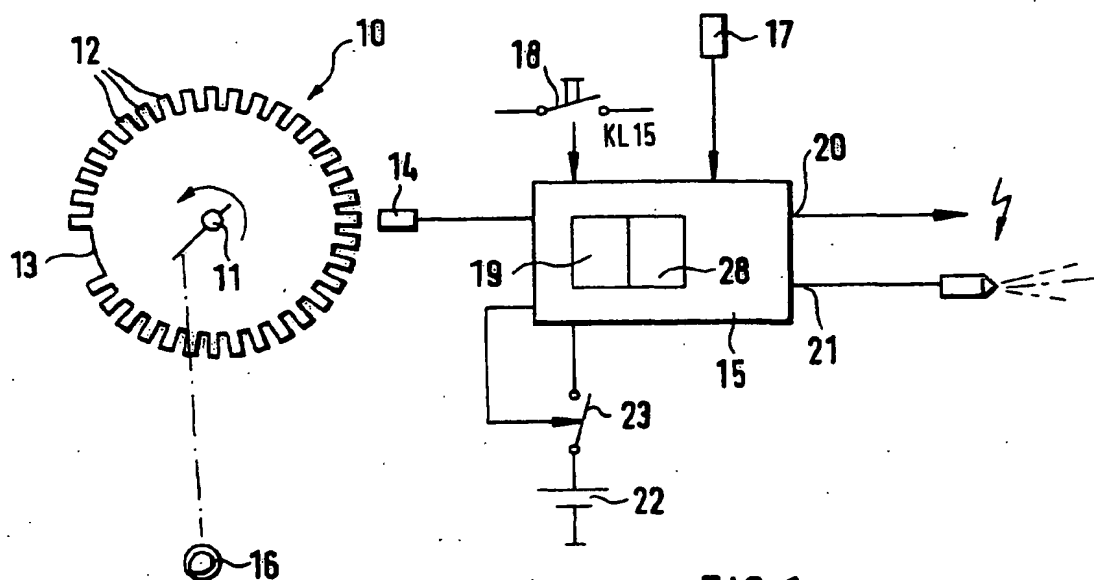


FIG.1

FIG. 2A

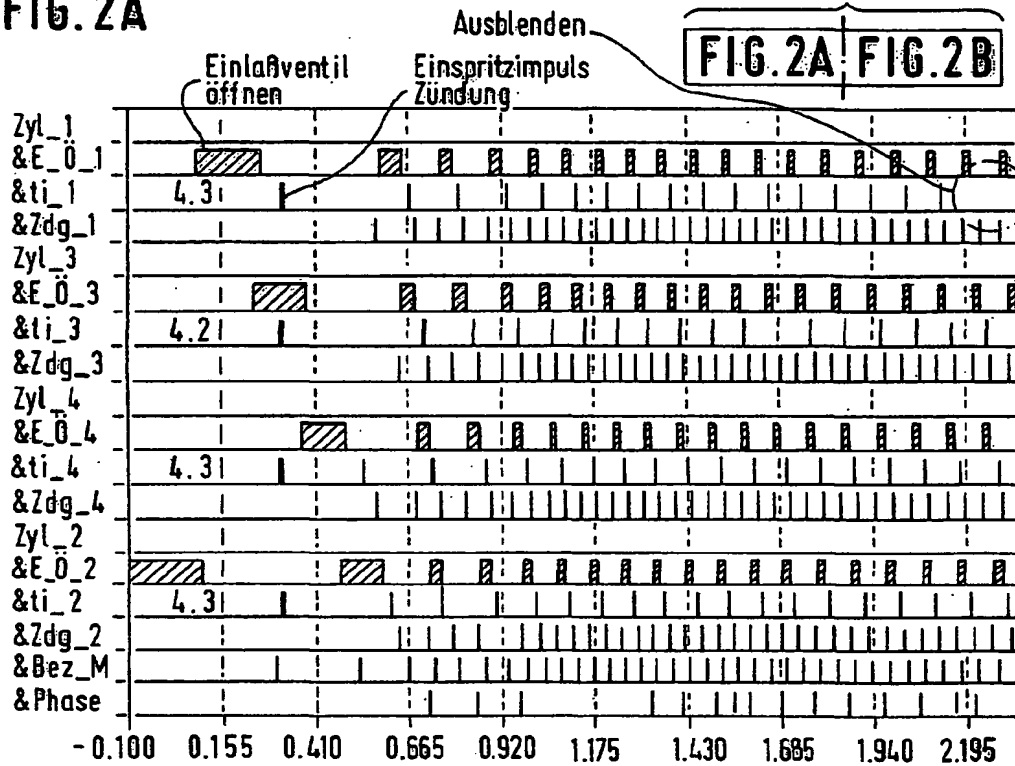
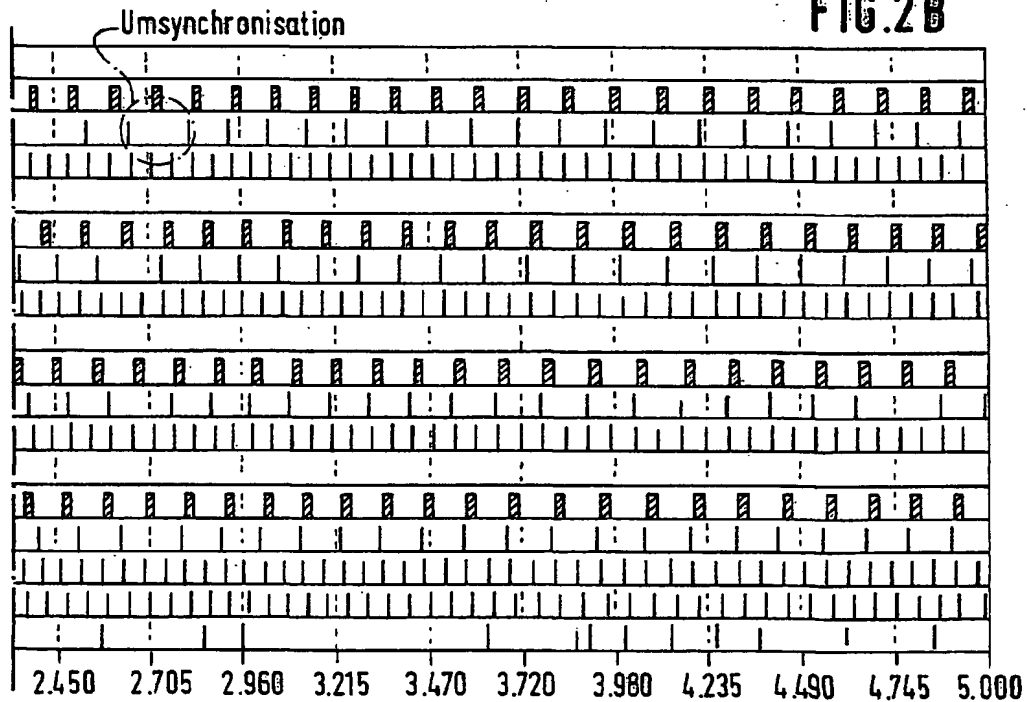
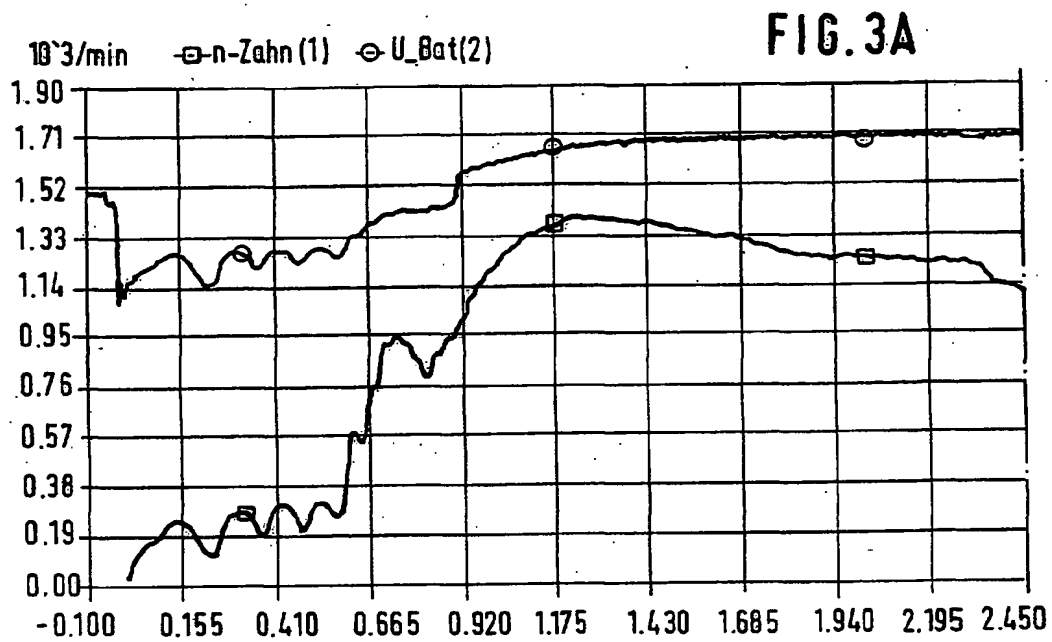


FIG. 2B





**FIG. 3**

**FIG. 3A** **FIG. 3B**

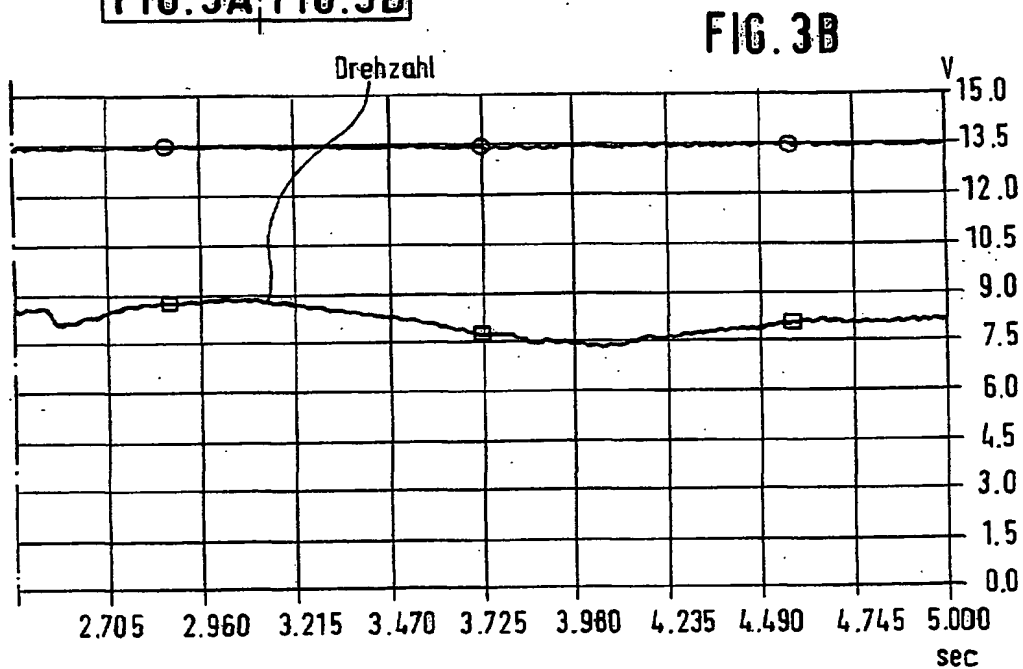


FIG. 4

FIG. 4A

FIG. 4A FIG. 4B

Ausblenden  
keine Umsynchronisation

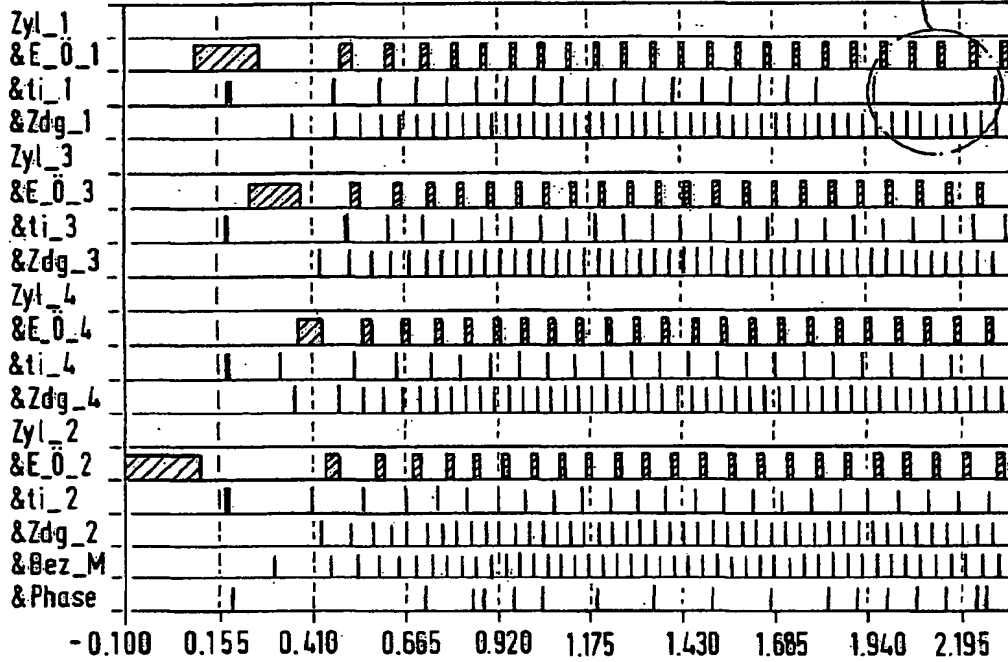
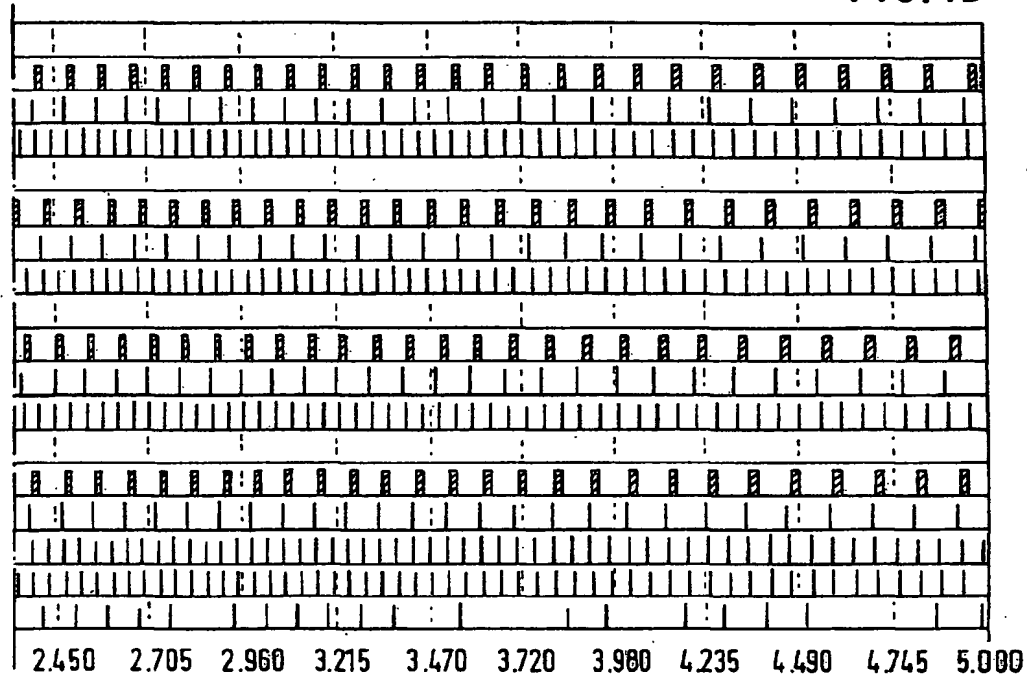
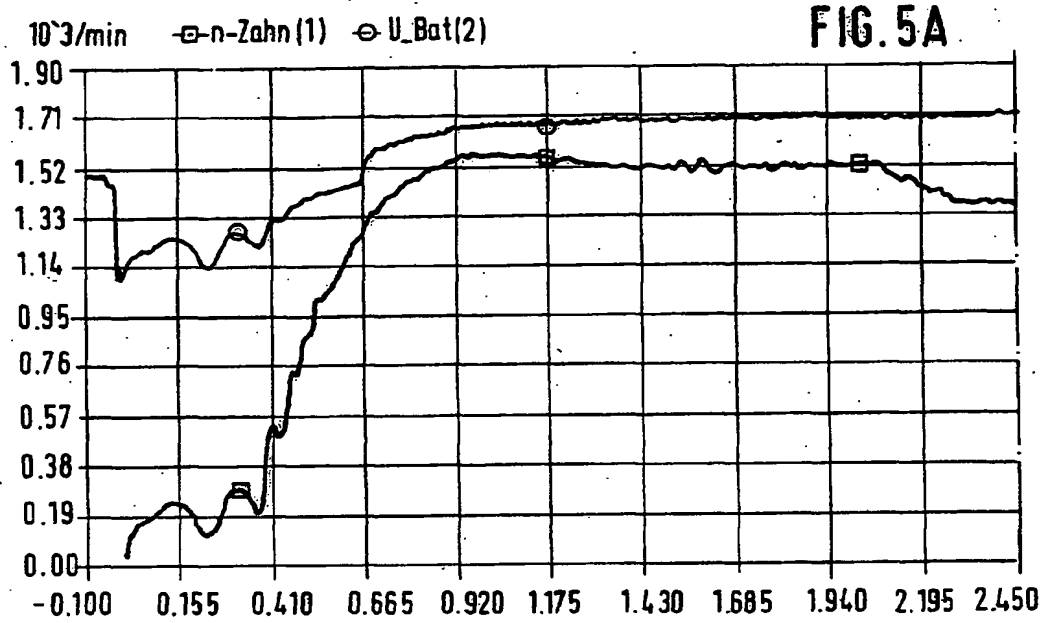


FIG. 4B





**FIG. 5**

**FIG. 5A FIG. 5B**

